

Japanese Patent Laid-open No. 58-186548

Publication date : October 31, 1983

Applicants : TOYODA MACHINE WORKS LTD

Title : NUMERICAL CONTROLLER HAVING AUTOMATIC PROGRAMMING
FUNCTION

2. Scope of Claims for Patent

(1) A numerical controller having an automatic programming function, which creates numerical control data from working information that defines the geometry to be worked and position of a plurality of parts to be worked on a workpiece, and sequentially works the plurality of parts to be worked by controlling the relative movement between working tools in accordance with the numerical control data, the numerical controller comprising: a data inputting unit that inputs geometric data indicative of the geometry of a workpiece step part with which a working tool may possibly interfere when the working tool is positioned sequentially at the plurality of parts to be worked defined by the working information through the shortest distance route; a calculating unit that calculates the position of a clear point through which the working tool can be moved to the next part to be worked by bypassing the step part of the workpiece based on the geometric data; and a numerical-control-data creating unit that creates movement instruction data to move the working tool to the next part to be worked after letting go the working tool to the clear point when moving the working tool to the next part to be worked.

(2) The numerical controller having an automatic programming function

according to claim 1, wherein the numerical-control-data creating unit includes: an interference detecting unit that detects a part at which a working machine interferes with a workpiece when the working tool is positioned sequentially at a plurality of parts to be worked defined by the working information through the shortest distance route; and a data creating unit that creates movement instruction data to move the working tool to the next part to be worked along the shortest distance route at a part where interference is not detected by the interference detecting unit, and to move the working tool to the next part to be worked after letting go the working tool to the clear point at a part where interference is detected.

1) Definition of material geometry

This step is a step for defining a material geometry of a workpiece to be worked by the working machine 20 and the detailed processing in this step is shown in Fig. 3(a).

A workpiece W worked by a working machine of machining center type has a comparably large number of pits and projections, however, most workpieces W have a shape that resembles a combination of cuboid and cylinder in which a round hole and a square hole are bored. Because of this, in the present embodiment, cuboids and cylinders are used as basic material geometries and cuboids, cylinders, circular holes, and square holes are used as additional material geometries and the material geometry of the workpiece W is defined by a combination of the basic material geometries and the additional material geometries.

That is, the central processing unit 10 displays a cuboid and a cylinder in a top view and in an elevation, respectively, on a display screen 12a of the CRT display device 12 as shown in Fig. 8(a) and instructs an operator to input whether the general geometry of the workpiece W is a cuboid or cylinder at step (40). On the display screen, (A) is displayed above the cuboid and (B) is displayed above the cylinder and when the general geometry of the workpiece W is a cuboid, the operator operates on the "A" key and when a cylinder, the operator operates on the "B" key.

It is assumed here that the workpiece W is a cuboid and the operator has operated on the "A" key. The central processing unit 10 stores data indicative of that the basic material geometry is a cuboid into a predetermined area of the random access memory RAM 1 and then advances the procedure to step (41) and deletes the screen shown in Fig. 8(a), and displays the top view and elevation of the cuboid in a vertical arrangement in a scaling zone 12b provided on the left end of the screen of the CRT display device 12 and at the same time, on the right-hand side of the screen, a comment to prompt inputting of a dimension a of the cuboidal workpiece in the x-axis (width) direction, a dimension b in the y-axis (length) direction, and a dimension h in the z-axis (height) direction as shown in Fig. 8(b).

When the operator inputs dimensional data in response to this, the central processing unit 10 reads and temporarily stores the data and then advances the procedure to step (42). At step (42), as shown in Fig. 8(c), the central processing unit 10 displays the top view and elevation of the cuboid having lengths in the directions of length, width, and height in proportion to the dimensional values input to the scaling zone 12b on the screen and at the

same time, displays a top view and elevation that are abstractions of four additional material geometries, that is, cuboid, cylinder, round hole, and square hole on the right-hand side on the screen and displays a comment to instruct the operator to select an additional material geometry in the bottom-right corner of the screen.

When the workpiece W is a simple cuboid and does not have any additional material geometry and if the operator operates on the "N" key here, the procedure is advanced from step (43) to step (46) and no additional processing of material geometry is carried out, however, if a cylindrical projection projects upward from the center of the workpiece W as shown in Figs. 11(a), (b), the operator inputs "B" attached to the left of the top view and elevation of the cylinder on the screen using the keyboard 11. The central processing unit 10 then stores data indicative of that the additional material geometry of the workpiece is a cylinder and then advances the procedure from step (43) to step (45) and displays a diagram of relationship between dimensions indicating that the distances in the x-axis and y-axis directions from the reference position of the basic material geometry to the center of the cylindrical projection of the abstraction of the cylindrical projection are x, y, respectively, and the diameter and height of the projection are d, h, respectively, and notifies the operator to input the data. When the basic material geometry is a cuboid, the bottom-left corner is the reference position in the top view, however, when the basic material geometry is a cylinder, the center of the circle is the reference position in the XY plane.

When the operator inputs the dimensions described above sequentially using the numeric keys in response to this and completes the

inputting of all of the dimensions, the central processing unit 10 returns the procedure from step (45) to step (42) and displays a top view and elevation of the cuboid, which is the basic material geometry, on which the cylindrical projection, which is the additional material geometry, is combined in the scaling zone 12b based on the input dimensional and positional data of the cylindrical projection.

By repeating the same operation, it is possible to continue the addition of an additional material geometry, however, it is not necessary to define the round holes of working points P1 to P4 as a material geometry for the workpiece shown in Figs. 11(a), (b) because they are working holes, and therefore, the operator presses the "N" key to indicate that there is no more additional material geometry in this stage. Due to this, the central processing unit 10 advances the procedure from step (43) to step (50) in Fig. 3(b) and completes the processing of the definition of material geometry.

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑭ 特許出願公開

⑯ 公開特許公報 (A)

昭58—186548

① Int. Cl.³

B 23 Q 15/00

G 05 B 19/403

識別記号

庁内整理番号

7716—3C

7623—5H

③ 公開 昭和58年(1983)10月31日

発明の数 1

審査請求 未請求

(全 14 頁)

⑤ 自動プログラミング機能を備えた数値制御装置

⑦ 発明者 山蔭哲郎

安城市美園町1丁目7番地13

⑦ 発明者 土井茂

名古屋市昭和区南分町2丁目7番地

② 特 願 昭57—66739

② 出 願 昭57(1982)4月21日

⑦ 発明者 大越文彦

安城市箕輪町新田60番地

⑦ 出 願 人 豊田工機株式会社

刈谷市朝日町1丁目1番地

明 細 書

1 発明の名称

自動プログラミング機能を備えた数値制御装置

2 特許請求の範囲

(1) 工作物上の複数の加工箇所の加工形状と位置を定義する加工情報から数値制御データを創成し、この数値制御データに従って加工工具の相対移動を制御して前記複数の加工箇所を順次加工するようにした数値制御装置において、前記加工情報によつて定義された複数の加工箇所に加工工具を最短距離経路で順次位置決めした場合に加工工具が干渉する可能性のある工作物段部の形状を表わす形状データを入力するデータ入力手段と、加工工具を前の加工箇所から前記工作物の段部を迂回して次の加工箇所へ移動させることの可能なクリア点の位置を前記形状データに基づいて演算する演算手段と、加工工具を引続く加工箇所へ移動させる場合に加工工具を前記クリア点まで逃がした後で引続く加工箇所へ移動させる移動指令データを創成する数値制御データ創成手段とを備えたこと

を特徴とする自動プログラミング機能を備えた数値制御装置。

(2) 前記数値制御データ創成手段は、前記加工情報によつて定義された複数の加工箇所に加工工具を最短距離経路で順次位置決めした場合に加工工具が工作物と干渉する部分を検出する干渉検出手段と、この干渉検出手段によつて干渉が検出されなかった部分では加工工具を引続く加工箇所へ最短距離経路に沿つて移動させ、干渉が検出された部分では加工工具を前記クリア点まで逃がした後で引続く加工箇所へ移動させる移動指令データを創成するデータ創成手段とによつて構成されることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の自動プログラミング機能を備えた数値制御装置。

3 発明の詳細な説明

本発明は、工作物上の複数の加工箇所と加工形状を定義する加工情報から数値制御データを創成し、この数値制御データに従って加工工具を相対移動させることで工作物上の複数の加工箇所を順次加工するようにした自動プログラミング機能を

特開昭58-186548(2)

備えた数値制御装置に関するもので、その目的とするところは、次の加工箇所への位置決め動作時において、工作物の段部と干渉する場合には、その段部を迂回して次の加工箇所へ工具を移動させるような移動指令データが自動創成されるようにして、工具と工作物との間の干渉を全く考慮することなしに加工情報を入力できるようにすることにある。

一般に、マシニングセンタ形の数値制御工作機械によつて加工を行う工作物は、工作物表面に凹凸のある複雑な形状をしたものが多く、工作物上に設定された複数の加工箇所を順次加工する場合、前の加工箇所から次の加工箇所へ工具を移動させる途中で工具が工作物に干渉して工具や工作物に損傷を与える危険性がある。

このため、従来の自動プログラミング装置においては、工具を逃がす時期と、逃がし量を加工情報とともに入力することにより、工具と工作物が干渉する部分では工具を工作物と干渉しない位置まで逃がしてから次の加工箇所へ移動するような

数値制御データが創成されるようになっていたが、このものでは、どの部分の加工が完了した時点で工具を逃がしたらよいかということと、どれだけ逃がせば工作物と干渉せずに次の加工箇所へ工具を移動できるかということを加工図面を見ながら判断し、かかる逃がし動作のための情報を入力しなければならず、加工情報の入力が面倒になるだけでなく、特に逃がし動作の時期を指令する情報を誤つて入力すると、位置決め動作時に工作物と工具が干渉を起こす問題があつた。

本発明はこのような従来の問題点に鑑みてなされたもので、工作物の外形形状を表わす形状データを入力することにより、各加工箇所への位置決め動作時において工具と工作物が干渉することのない工具の逃げ位置をクリア点としてその位置を演算し、工具を次の加工箇所へ移動させる場合にはそのクリア点まで工具を逃がした後で次の加工箇所へ位置決めする移動指令データを自動的に創成するようにしたことを特徴とするものである。

また、本発明の他の特徴は、工具を最短距離経

路に沿つて移動させた場合に工具と工作物が干渉する部分を検出し、この部分においてのみ工具をクリア点まで逃がして次の加工箇所へ移動させるようにしたことにある。

以下本発明の実施例を図面に基づいて説明する。第1図において10は、数値制御装置本体を構成する中央処理装置であり、マイクロプロセッサCPU、読出し専用メモリROM、バッテリーバックアップにより不揮発化されたランダムアクセスメモリRAM1、バッファ用ランダムアクセスメモリRAM2によつて構成されている。そして、この中央処理装置10には、データ入力手段をなすキーボード11、表示手段をなすCRT表示装置12、サーボモータ駆動回路DUX、DUY、DUZに指令パルスを供給するパルス発生回路13、シーケンス回路15が図略のインタフェースを介して接続されている。

一方、20は上記構成の数値制御装置によつて制御されるマシニングセンタ形の工作機械であり、前記サーボモータ駆動回路DUX、DUY、DUZのそれぞれによつて駆動されるサーボモータ21、22、

23の回転によつて、工作物Wを支持する工作物テーブル25と、主軸26を軸架する主軸ヘッド24との間の相対位置が3次元的に変更される。また、27は複数種類の工具を保持する工具マガジンであり、図略のマガジン割出装置と工具交換装置28とによつて工具マガジン27内の工具が選択的に主軸26に装着されて工作物Wの加工が行なわれる。

前記中央処理装置10は、読出し専用メモリROMに記憶されたシステムプログラムに基づき、対話形式で加工に必要なデータを入力して数値制御プログラムを創成する対話式自動プログラミングの機能と、この創成された数値制御プログラムに基づいて数値制御を行なうための機能を有している。

すなわち、中央処理装置10は、まず最初に第2図に概略的に示されている自動プログラミングのための処理を行なつて工作物Wの加工を行なうための数値制御プログラムを創成し、これをランダムアクセスメモリRAM1内のNOデータエリアに記憶させる。そして、この後、第7図に示す数値制御実行ルーチンを実行して、ランダムアクセスメモ

特開昭58-186548(3)

リRAM1内に記憶された数値制御データに応じた処理を行なう。

この数値制御実行ルーチンは、ランダムアクセスメモリRAM1に記憶された数値制御データを1ブロックずつ読出し、これに応じて各軸に対するパルス分配を行なうと同時に、補助機能等の処理を行うもので、従来の数値制御装置と同様の動作であるので詳細な説明を省略し、以下に本発明の特徴部分である自動プログラミングの処理について説明する。

中央処理装置10が自動プログラミング時において行なう処理は、第2図に示されているように、素材形状の定義、機械基準点に対する工作物取付位置の定義、加工の定義、数値制御データの創成干渉チェックの5つステップに大別でき、これらの処理が順番に実行される。そして、干渉チェック時に干渉が確認された場合には、工作物の干渉部分を迂回して工具を次の加工箇所へ移動させるように数値制御プログラムを修正するようになっている。次に上記各ステップの具体的な動作につ

キーボード11で入力するように指示する。表示画面上では、直方体の上部に(A)が表示され、円柱の上部に(B)が表示されており、工作物Wの全体的な形状が直方体である場合には作業者は“A”のキーを操作し、円柱である場合には作業者は“B”のキーを操作する。

今、工作物Wが直方体であり、作業者が“A”のキーを操作したものとすると、中央処理装置10は基本素材形状が直方体であることを表わすデータをランダムアクセスメモリRAM1の所定のエリアに記憶した後、ステップ(41)へ移行して第8図(a)に示す画面を消し、第8図(b)に示すようにCRT表示装置12の画面の左端に設けられたスクーリングゾーン12bに直方体の平面図と立面図を上下に表示するとともに、画面の右側には、直方体工作物のX軸方向(横)の寸法a、Y軸方向(縦)の寸法b、Z軸方向(高さ)の寸法hの各データの入力を要求するコメントを表示する。

これに応じて作業者が寸法データを入力すると、中央処理装置10はこれを読込んで一時記憶し、こ

いて説明する。

1) 素材形状の定義

このステップは、工作機械20によつて加工すべき工作物の素材形状を定義するステップであり、このステップの詳細な処理が第3図(a)に示されている。

マシニングセンタ形の工作機械によつて加工する工作物Wは、凹凸が比較的多いが、多くの工作物Wは、直方体と円柱とを組合せたものに、丸穴と角穴が穿設された形状に近い形をしている。このため、本実施例においては、直方体と円柱を基本素材形状、直方体、円柱、丸穴および角穴を追加素材形状として、この基本素材形状と追加素材形状の組合わせによつて工作物Wの素材形状を定義するようにしている。

すなわち、中央処理装置10は第3図(a)のステップ(40)において第8図(a)に示すように、直方体と円柱をCRT表示装置12の表示画面12a上に平面図と立面図で表示し、作業者に工作物Wの全体的な形状が直方体であるのか、円柱であるのかを、

の後ステップ(42)へ移行する。ステップ(42)へ移行すると、第8図(a)に示すように、画面のスクーリングゾーン12bに入力された寸法値に比例した横、横および高さ方向の長さを有する直方体の平面図と立面図を表示すると同時に画面の右側に4個の追加素材形状、すなわち、直方体、円柱、丸穴、角穴を抽象化した平面図と立面図を表示し、画面の右下には追加素材形状を選択すべきことを作業者に指示するコメントを表示する。

もし、工作物Wが単純な直方体で追加素材形状がない場合はここで“N”のキーを操作すれば、ステップ(43)からステップ(46)へ移行して素材形状の追加処理を行なわないが、例えば、第9図(a)、(b)に示すように工作物Wの中央に円柱状の突起が上方に突出している場合には、画面上において円柱の平面図と立面図の左側に付されている“B”をキーボード11によつて入力する。すると、中央処理装置10は工作物の追加素材形状が円柱であることを表わすデータを記憶した後、ステップ(43)からステップ(45)へ移行し、第8図(a)に示すよ

うに、円柱状の突起を抽象化したものに、基本素材形状の基準位置から円柱突起の中心までのX軸およびY軸方向の距離をそれぞれ x 、 y とし、突起の直径と高さをそれぞれ d 、 h とすることを表わす寸法関係図が表示され、これらのデータを入力すべきことを作業者に報知する。なお、基本素材形状が直方体の場合には、平面図において左下の角がXY平面での基準位置となるが、基本素材形状が円柱の場合には円の中心がXY平面での基準位置となる。

これに回答して作業者が上記の寸法を数値キーを用いて順次入力し、全ての寸法が入力されると、中央処理装置10はステップ(45)から(48)へ戻り、入力された円柱状突起の大きさ及び位置のデータを基にして、基本素材形状である直方体の上に追加素材形状である円柱状突起を組合せた平面図と立面図をスケーリングゾーン12bに表示する。

以下同様の操作の繰返しにより、追加素材形状の積上げを継続して行なうことができるが、第11図(a)、(b)に示した工作物では加工点P1~P4の丸穴

て入力されると、これらのデータをランダムアクセスメモリRAM1内に記憶した後、第3図(a)のステップ(60)へ移行する。

iii) 加工の定義

上述のようにして、工作物Wの素材形状と取付位置の定義が完了すると、中央処理装置10は、第3図(a)のステップ(60)において、第10図(a)に示すように、工作物Wの加工に使用される工具、すなわち、センタドリル、ドリル、タツプ等の工具を抽象化して表示し、どの工具によつて加工を行なうかを作業者に選択させる。

例えば、第11図(a)、(b)に示す工作物において、工作物Wの4隅に設けられた加工位置P1~P4に同径の貫通穴明けをするものとする、ドリルの上に表示されている"2"の番号を入力する。これにより、中央処理装置10は加工の種類がドリル加工であることを識別し、ステップ(61)において第10図(b)に示すように、ドリル穴を抽象化した図形をCRT表示装置12の表示画面12aに表示し、穴の直径 d と深さ h を表わすデータの入力を作業者に指示す

特開昭58-186548(4)

は加工穴で素材形状として定義する必要はないため、この段階で追加素材形状がないことを表わす"N"のキーを押す。これにより、中央処理装置10はステップ(48)から第3図(b)のステップ(50)へ移行して素材形状定義の処理を完了する。

ii) 工作物取付位置の定義

第3図(b)のステップ(50)へ移行すると、中央処理装置10は第9図に示すように、工作機械のテーブルと基本素材形状とを抽象化してスケーリングゾーン12bに表示するとともに、工作物の基準位置と工作機械のXY平面内における基準位置となつているテーブル中心とのX、Y軸方向のずれをそれぞれ x 、 y とし、テーブル上面から工作物Wの底面までの距離を z とすることを表わす寸法関係図をこれと同時にスケーリングゾーン12bに表示して作業者にこれらのデータを入力すべきことを指示する。

そして、この後、中央処理装置10はステップ(50)から(51)へ移行し、 x 、 y 、 z のそれぞれに対応する寸法データが作業者のキー操作によつ

る。

これに回答して、穴の直径 d と深さ h の寸法を入力すると、中央処理装置10は第10図(c)に示すように、穴を抽象化した図形と、その穴の中心から工作物の基準位置までのX軸、Y軸方向の距離を x 、 y とし、工具の工作物上面からの戻し量および空切削送り量を r 、 a とする寸法関係図とを両面に表示し、これらのデータを入力すべきことを指示する。

これに回答して、作業者が工作物W上における4隅の穴の位置を図面を参照して順番に入力した後、戻し量 r と空切削送り量 a のデータを入力すると、中央処理装置10は、ステップ(62)からステップ(63)へ移行し、第10図(d)に示すように入力された穴位置データに従つた穴の図形を素材形状に重ねてスケーリングゾーン12bに表示すると同時に画面の右側に次の加工があるか否かを作業者に問合わせるコメントを表示する。

この場合には、加工箇所はP1~P4のみであるのでこの段階で作業者は追加加工がないことを表わ

特開昭58-186548(5)

す"2"のキーを操作し、これに回答して中央処理装置10はステップ(65)から第3図(d)のステップ(70)へ移行して加工定義の処理を完了する。

u) 数値制御データの創成

上記の処理によつて加工の定義が完了し、ステップ(70)へ移行すると、数値制御データの創成処理を開始する。すなわち、まず最初に、ステップ(70)においてランダムアクセスメモリRAM1内の工具ファイルに登録されている工具の中から加工の種類と加工形状に合った工具を選択し、選択された工具の工具番号を工具ファイルを参照して識別する。そして、工具の選択が完了すると、ステップ(70)からステップ(71)へ移行し、最初の工程で使用される工具を工具交換位置に初出して主軸に取付けるための数値制御プログラムを創成する。^{(12)(a),(b)}第3図に示される数値制御プログラムの内、ブロックN001、N002のプログラムが、この処理によつて創成された数値制御プログラムである。

この処理が完了すると、ステップ(72)において加工の種類を判別し、ステップ(73)において、

加工の種類に応じた手順で数値制御プログラムの創成を行なう。この場合にはドリル加工であるので、工具中心を加工位置P1~P4に順次位置決めし、工具をZ軸に沿つて上下動させるプログラムを創成する。

すなわち、XY平面内の移動によつて工具を加工位置の上方に早送りで位置決めした後、空切削送り開始位置まで工具を早送りで下降させ、この後、工作物上面位置と穴深さのデータとによつて決定される下降端まで工具を所定の切削速度で下降させ、この後、工作物上面から工具戻し寸法 α だけ工具を上方に移動させるプログラムを各加工位置P1~P4のそれぞれについて順次に創成し、この創成した数値制御プログラムをランダムアクセスメモリRAM1のNCデータエリアに順次記憶して行く。そして、加工位置P1~P4をドリル加工するための数値制御プログラムの創成が完了すると、ステップ(73)からステップ(75)へ移行し、追加加工があるか否かを判別する。

この場合は加工位置P1~P4におけるドリル加工

だけが加工定義によつて定義されているため、追加加工はないものと判断し、ステップ(75)から第3図(e)のステップ(80)へ移行して、数値制御データの創成処理を完了する。

v) 干渉チェックおよびプログラム修正

ステップ(80)以降の処理は創成された数値制御プログラムに従つて工具を移動させた場合に位置決め動作中に工具が工作物に干渉しないか否かを、数値制御プログラムをシミュレートすることで確認し、干渉する場合には干渉を回避するように数値制御プログラムを修正するための処理であり、まず最初にステップ(80)において、すでに入力されている素材形状に従つた干渉領域を工作物バリアとして創成するとともに、工具が工作物に干渉する場合における、工具の過剰位置となるクリア点CPの座標を演算し、その後ステップ(81)以降へ移行して、干渉チェックを行なう。この干渉チェックの処理は、創成された数値制御プログラム中の移動指令データに従う工具の位置変化を演算し、移動指令データが早送り指令である

場合には、工具が移動経路に沿つて一定量移動する度に干渉チェックを行なうもので、干渉が検出され、数値制御プログラムを修正する必要がある場合にはステップ(90)からステップ(91)へ移行し、干渉部分を迂回して工具が次の加工箇所へ移動するように数値制御プログラムを修正するようになっている。

ステップ(80)で行なう工作物バリア創成の処理とクリア点の演算処理は第4図に示されている。素材形状として穴が定義されている場合には、穴も考慮して干渉領域の設定を行なうが本実施例では簡便のため、穴は考慮しないものとして説明する。

すなわち、第4図のステップ(100)において、最初の素材形状、すなわち基本素材形状のデータを読出し、ステップ(101)において高さ方向の境界を演算する。高さ方向の境界は第13図に示されているように工作物Wの上面から、加工定義において入力された空切削送り量 β に一定の距離 α を加えたクリアランス量 β だけ上方に設定され、

特開昭58-186548(6)

この境界のZ軸座標値 z_n が、工作物Wの高さ方向の寸法、工作物Wの取付高さ、空切削送り量、テーブル上面のZ軸座標値等から演算される。

そして、この後ステップ(102)へ移行して素材形状が円柱か直方体かを判別し、素材形状が円柱である場合にはステップ(103)へ移行して円柱のXY平面内における中心位置の絶対座標値(x_w, y_w)を工作物の取付位置のデータ等に基づいて演算するとともに、円柱の半径に前記クリアランス値 s を加えて工作物バリア半径 R_w を演算する。一方、本実施例の場合のように基本素材形状が直方体である場合にはステップ(102)からステップ(105)へ移行し、第15図(b)に示すように、直方体上面の4隅から、X、Y方向へそれぞれクリアランス値 s だけずれた点の座標(x_{w1}, y_{w1})、(x_{w1}, y_{w2})、(x_{w2}, y_{w1})、(x_{w2}, y_{w2})の絶対座標値を、工作物取付位置および工作物寸法のデータから演算する。

この演算が完了すると中央処理装置10はステップ(106)で追加素材形状があるか否かを判別し、

追加素材形状がある場合にはステップ(106)から(100)へ戻り、追加素材形状について上記と同様の手順で干渉領域の境界を演算する。本実施例では円柱が追加素材形状として定義されているため、第13図に示されているように、工作物Wの上方に突出する円柱部の回りにも干渉領域の境界が設定される。

このようにして干渉領域の境界が設定されるとステップ(107)へ移行し、クリア点CPのZ軸座標値 z_c を演算する。すなわち、ステップ(107)において、工作物Wの最上面のZ軸座標値 z_0 を工作物取付高さのデータ、基本素材形状および追加素材形状の高さのデータを累算することによって算出し、ステップ(108)において、この座標値 z_0 に一定のクリアランス値 s を加えてクリア点CPのZ軸座標値 z_c を演算する。

このようにして干渉領域の境界が設定され、クリア点CPのZ軸座標値 z_c が演算されると前述したようにステップ(80)〜ステップ(90)のプログラムにより数値制御プログラムがシミュレートさ

れ、工具が早送りで移動する場合は、工具が一定量移動する度にステップ(88)において干渉チェックが行なわれる。

この干渉チェックの処理は第5図に示されており、まず最初にステップ(110)において、工作機械の工具マガジンに貯蔵されている複数の工具のそれぞれについて定数され、各工具の干渉領域を表わす工具バリアデータの中から、数値制御データによって選択された工具に対応するバリアデータを選択し、この後、ステップ(111)において、使用工具に対応する工具バリアBtの下端面SAが工作物の最上面の上方に設定されたZ軸方向の干渉領域の境界 z_0 より下方に位置するか否かを、主軸ヘッドの位置、工具バリアデータに含まれる工具長のデータ等に基づいて判断し、下端面SAが境界 z_0 より下方に位置する場合にはステップ(111)からステップ(112)へ移行し、まず最初にステップ(112)において、工具バリアBtの下端面SAのZ軸方向位置から領域判定を行なう。この領域判定により、本実施例では、工具バリアBtの下端

面SAの位置が、基本素材形状の位置する範囲にあるのか追加素材形状の位置する範囲にあるのかが判定される。この判定が完了すると、工具バリアBtの下端面SAの位置する領域内の素材形状が直方体であるのか円柱であるのかをステップ(113)において判断し、それに応じた干渉チェックを行なう。

領域内の素材形状が円柱である場合には第14図(a)に示されているようにXY平面における円と円の干渉として考えることができ、ステップ(115)、(116)に示されるように工具中心と素材形状中心との間の距離 d_a が、工作物バリア半径 R_w に工具バリア半径 r を加えた値よりも小さくなつたことで干渉と判断する。一方、領域内の素材形状が直方体である場合には、第14図(b)に示されているようにXY平面内における円と長方形の干渉として考えることができ、ステップ(117)とステップ(118)の処理により、前記ステップ(80)において作成された工作物バリアで定数される方形の境界内に工具バリアが侵入したか否かを判別し、

特開昭58-186548(7)

これによつて干渉チェックを行なう。

数値制御プログラム中の移動指令データに従つて工具が一定量移動される度に上記の干渉チェックが行なわれ、この段階で工具と工作物との間の干渉が検出されなければ、第3図のステップ(116)もしくは(118)から第3図(e)のステップ(92)へ移行して数値制御プログラムのシミュレータを脱行し、干渉が検出された場合には第3図(e)のステップ(91)へ移行して工具と工作物の干渉を回避すべく数値制御データを修正した後、ステップ(91)へ戻つて数値制御プログラムのシミュレータを最初から再び行なう。

今、第11図(a)、(b)に示す工作物Wにおいて加工箇所F1~F4を順番にドリル加工する場合を考えると、最初に作成されたプログラムにおいては、各加工箇所F1~F4における加工後の工具上昇端位置は全て同じで、工作物上面から、加工情報として入力された工具戻し量 ϕ だけ上方の位置となるように作成され、この工具戻し量 ϕ は、工作物との干渉がない限り小さい方が好ましく、通常数ミリ

のための移動指令を創成し、ステップ(105)においてこの移動指令をブロックNo10の後ブロック番号を付して挿入する。第12図(b)が、この処理によつて修正された数値制御プログラムである。なお、ステップ(131)における上昇指令の挿入によつてブロックNo10にプログラムされていた移動指令 800×400000 はブロックNo11に移行し、これに続くブロックNo12に下降指令が挿入され、これに続くプログラムはブロック番号のみが2だけ増加することになる。

このようにして数値制御プログラムの修正が完了すると、前述したように第3図(e)のステップ(91)へ戻つて、数値制御プログラムのシミュレータを最初からやり直す。この場合には、加工箇所F2の加工後において工具をクリア点まで上昇させてから、加工箇所F3に工具を移動させるように数値制御データが修正されているため、干渉が検出されることはなく、全ての数値制御プログラムのシミュレータが完了すると表示装置12の表示画面12a上に「カンショウ チェック オワリ」とい

マートルに設定される。

したがつて、上記のシミュレータにより、工具が加工箇所F2からF3へ移動される工程、すなわち、第12図(a)に示す数値制御プログラムのブロックNo10の 800×400000 に基づく移動工程では第15図(a)、(b)に破線で示されるように、工具が工作物上面の中央に突出している円柱状突起と干渉することになり、これがステップ(90)にて検出されるとこれにตอบสนองして第3図(e)のステップ(91)において数値制御データが修正される。このステップ(91)の詳細な処理は第6図に示されており、ステップ(130)において、クリア点OPのZ軸座標値 Z_0 と、工作物上面から工具戻し量 ϕ だけ上方の点との間の距離 L_0 を演算し、ステップ(131)において、この距離 L_0 だけ工具をZ軸 \ominus 方向すなわち上方へ移動させるための移動指令を干渉が検出されたブロックの手前、すなわち、この場合にはブロックNo10の手前にブロック番号を付して挿入する。また、この後、ステップ(133)において、ステップ(131)で演算された距離だけ工具を下降させ

うコメントを表示して、作業者に干渉チェックが完了したことを報知して待機状態となる。

この後、加工の開始を指令する起動スイッチが操作されると、中央処理装置10は第7図のプログラムを実行して、創成したプログラムを順次実行し、これによつて工作物の加工を制御するが、干渉チェック時において、工具が工作物に干渉すると判断された位置決め工程においては、第15図(b)に示すように工具をクリア点OPまで上昇させてから次の加工箇所へ移動させるように数値制御プログラムが修正されているため、工具が工作物に干渉することはない、円滑に工作物加工が行なえる。

なお、上記実施例においては、工具と工作物が干渉した場合には、工具を工具の軸線方向に沿つて上側へ移動させて干渉を回避するようにしているが、第15図(a)にR点破線で示すように、工具を軸線と直交するY軸方向に移動させることで干渉を回避するようにしてもよい。

また、上記実施例では、最初は干渉を考慮しないで数値制御プログラムを創成し、この後、工具

が工作物に干渉する部分についてのみ修正すること
とで工具と工作物が干渉することのない数値制御
プログラムを創成するようにしていたが、最初の
プログラム創成時に干渉をチェックしながら、干
渉のない工具の移動プログラムを創成するよう
にしてもよく、この場合にも本発明を適用できる。

以上述べたように本発明においては、入力され
た工作物の形状データに基づいて、各加工箇所へ
工具を移動させる場合に、工具と工作物が干渉す
ることのない工具の逃がし位置をクリア点として
その位置を演算し、工具を次の加工箇所へ移動さ
せる場合には前記クリア点まで工具を逃がしてから
工具を次の加工箇所へ移動させる移動指令デー
タを自動的に創成するようにしているため、加工
位置の高さ、工作物の形状等から工具の逃がし量
を演算するとともに、工具の逃がし時期を判断し、
加工情報の中にこの逃がし量と逃がし時期を指定
する逃がし情報を組込んで入力する必要が全くな
くなり、加工情報の入力が容易となるだけでなく、
工具を逃がす時期を誤って入力したことによつて

加工箇所P1～P4を加工する数値制御プログラムを
示す図、第13図は工作物バリアと工具バリアを示
す図、第14図(a)、(b)は工具バリアと工作物バリア
の相対位置関係を示す図、第15図(a)、(b)は工具の
移動経路を併記した工作物の平面図と立面図であ
る。

10・・・中央処理装置、11・・・キーボード、
12・・・表示装置、12a・・・表示画面、13・・・
パルス発生回路、Bt・・・工具バリア、Bw・・・
工作物バリア、CP・・・クリア点、RAM1、RAM2
・・・ランダムアクセスメモリ、ROM・・・読出
専用メモリ、T・・・工具、W・・・工作物。

特許出願人

豊田工機株式会社

特開昭58-186548(B)

工具と工作物が干渉するという危険性が全くない
利点がある。

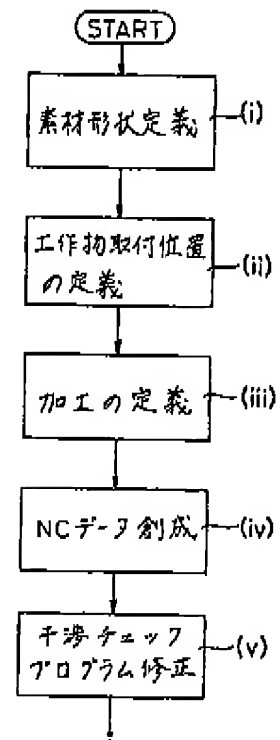
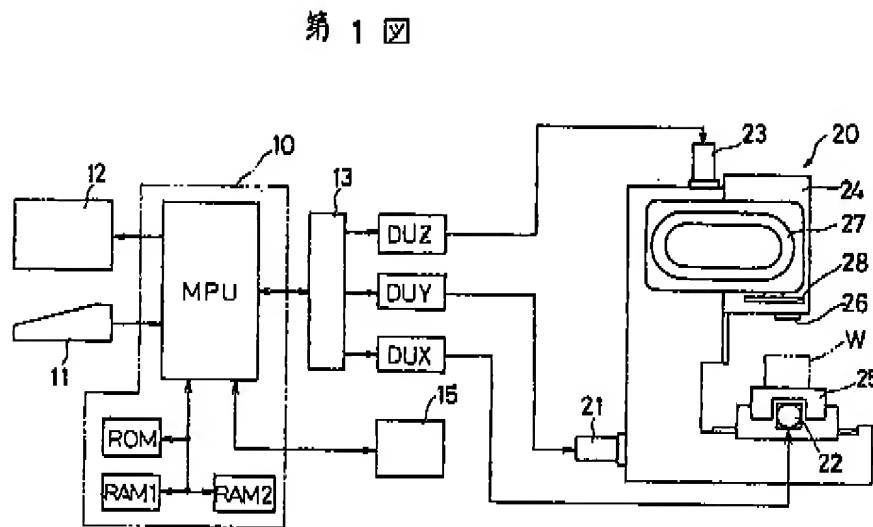
また、工具を最短距離経路に沿って移動させた
場合に工具と工作物が干渉する部分を検出し、こ
の部分においてのみ工具をクリア点まで逃がして
次の加工箇所へ移動させるようにしたものでは、
工具と工作物が干渉しない部分ではクリア点への
逃がし動作がなくなるため、余分な逃がし動作が
なくなり、干渉がなくなつ加工能率の高い数値制
御データの創成が可能となる利点がある。

4 図面の簡単な説明

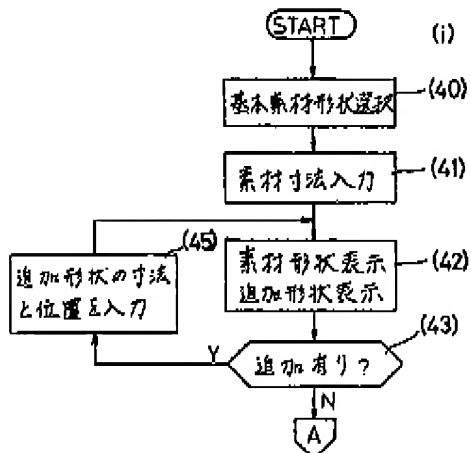
図面は本発明にかかる自動プログラミング機能
を備えた数値制御装置の実施例を示すもので、第
1図は数値制御装置の構成を示すブロック図に工
作機械の概略側面図を併記した図、第2図～第7
図は第1図における中央処理装置10の動作を示す
フローチャート、第8図(a)～第10図^(a)は第1図にお
ける表示装置12の表示画面を示す図、第11図(a)、
(b)は工作物の加工形状の一例を示す平面図および
立面図、第12図(a)、(b)は第11図(a)、(b)に示される

特開昭58-186548(9)

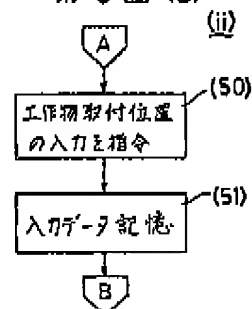
第 2 図



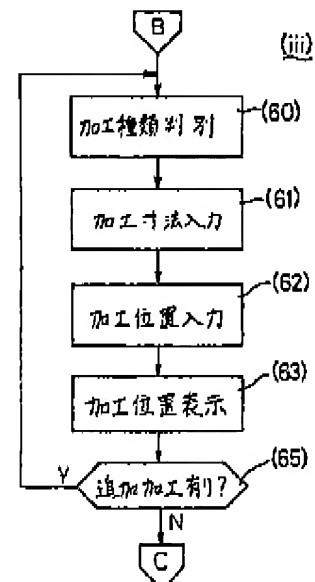
第 3 図 (a)



第 3 図 (b)

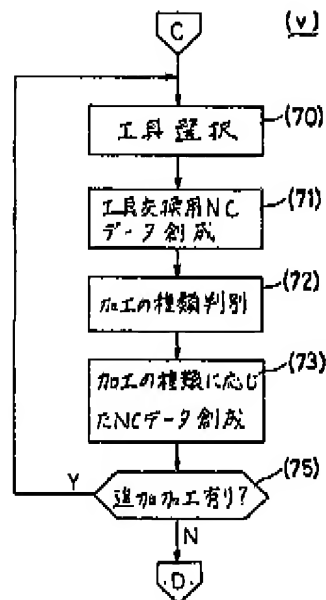


第 3 図 (c)

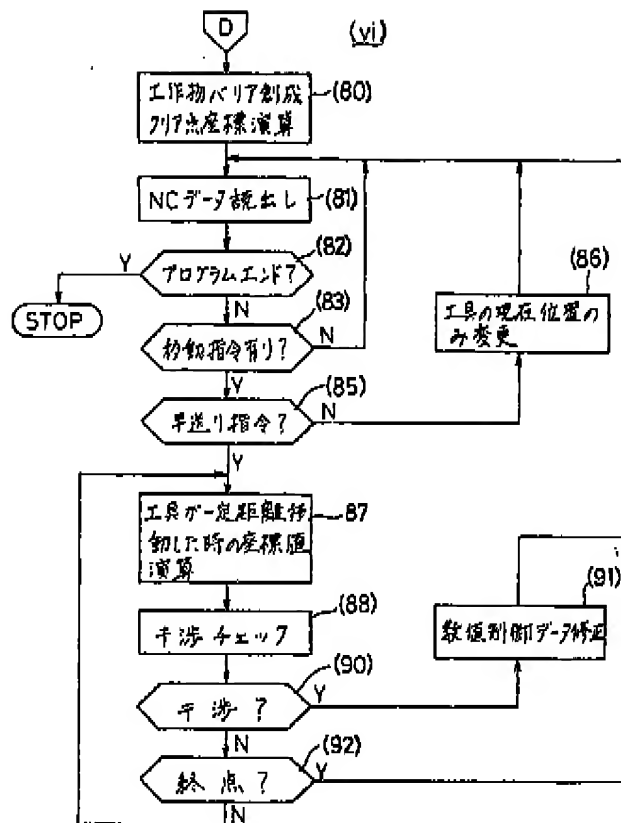


特開昭58-186548(10)

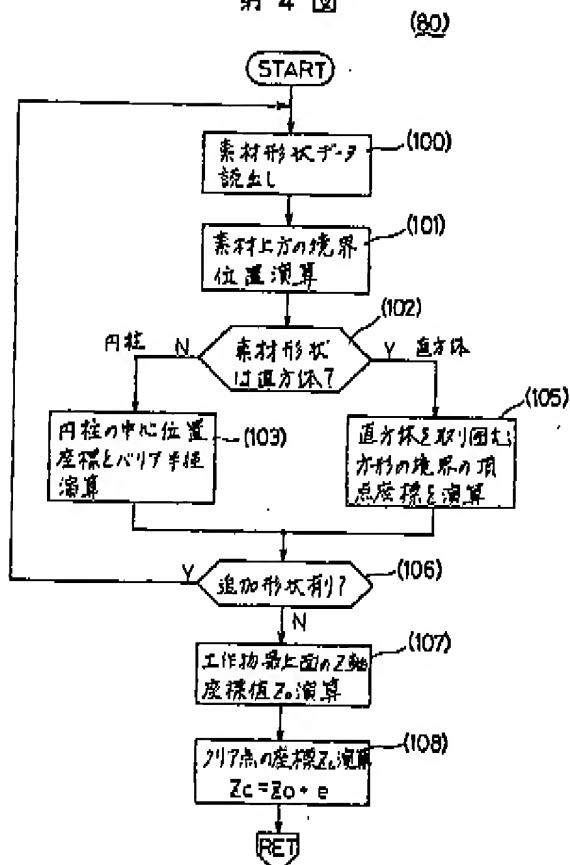
第3図 (d)



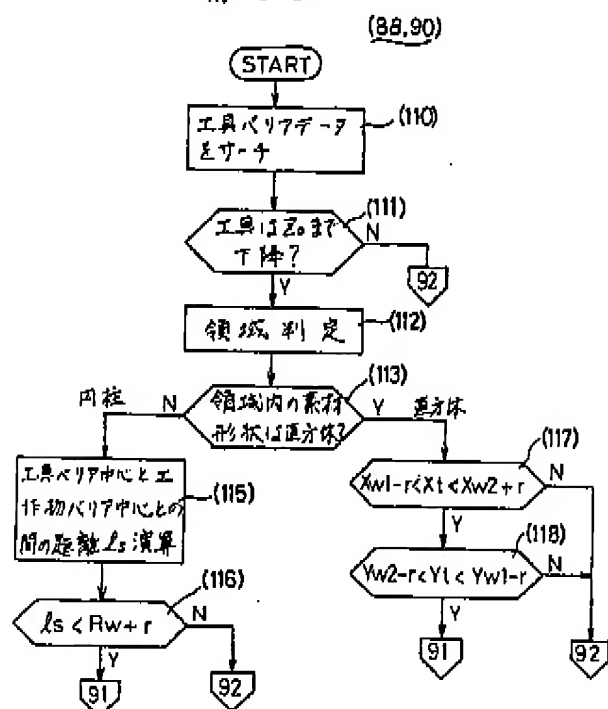
第3図 (e)



第4図



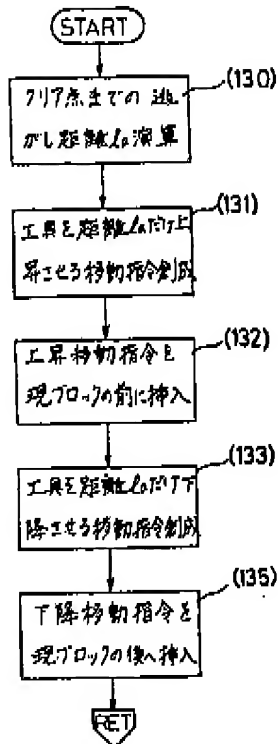
第5図



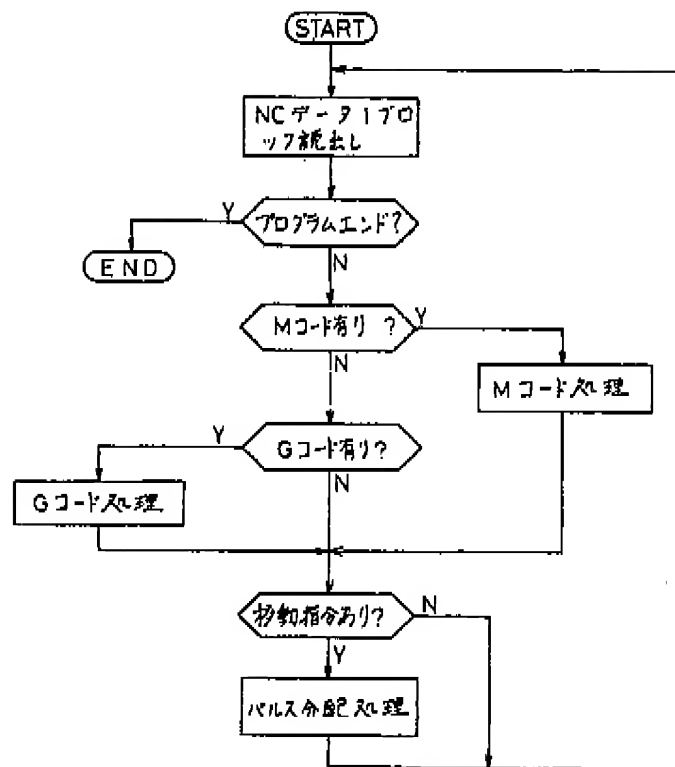
特開昭58-186548(11)

第 6 図

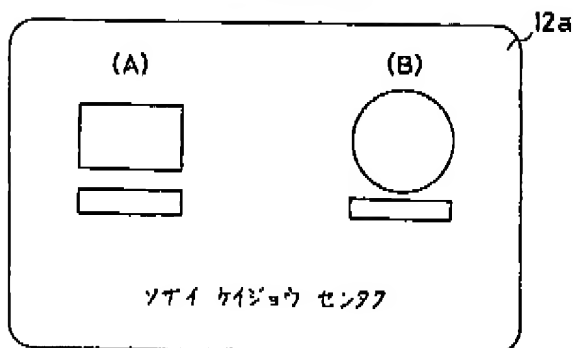
(91)



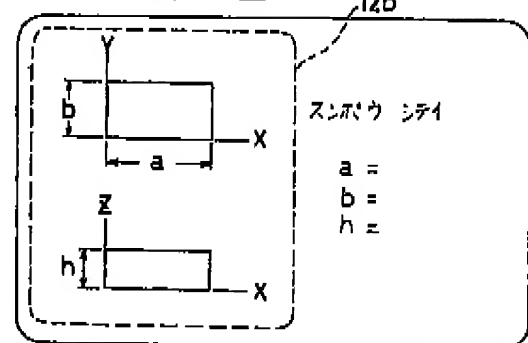
第 7 図



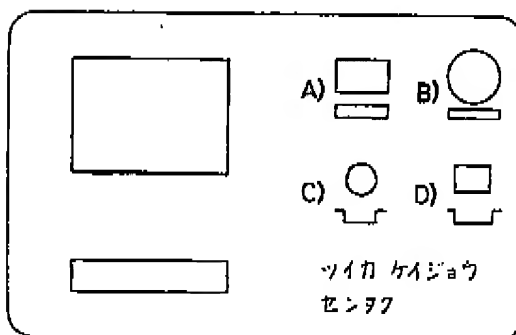
第 8 図 (a)



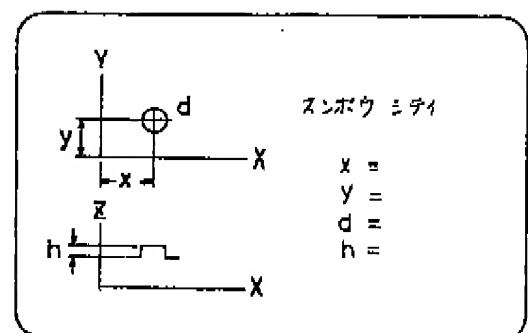
第 8 図 (b)



第 8 図 (c)

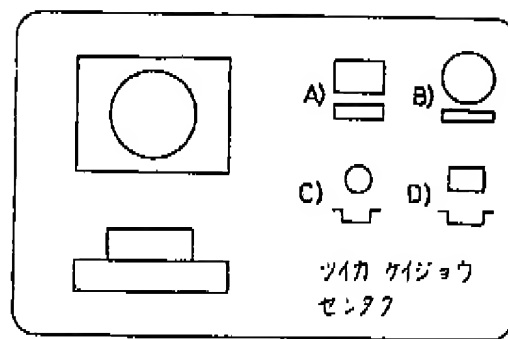


第 8 図 (d)

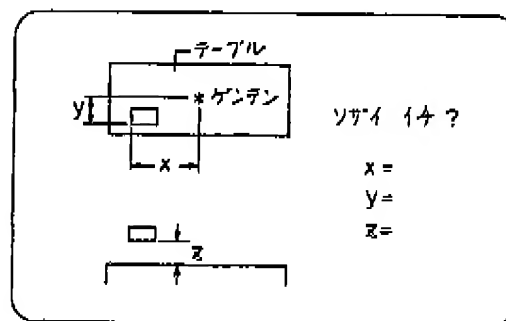


特開昭58-186548(12)

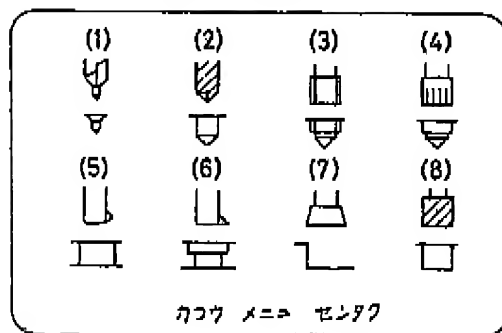
第 8 図 (e)



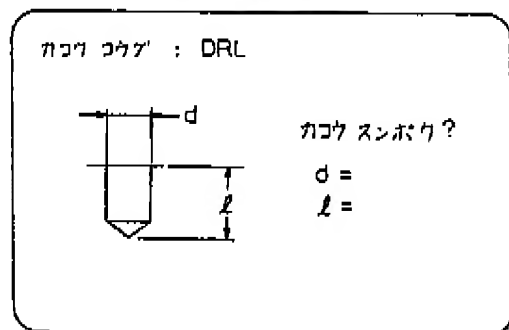
第 9 図



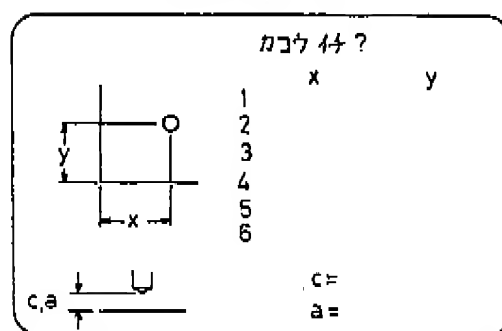
第 10 図 (a)



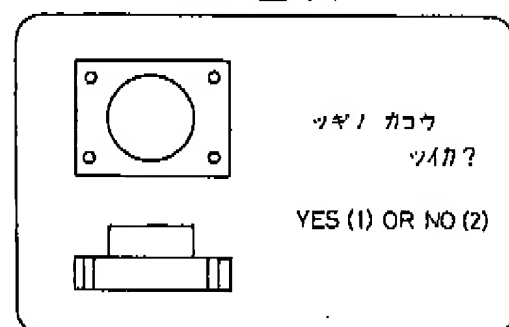
第 10 図 (b)



第 10 図 (c)



第 10 図 (d)



特開第58-186548(13)

第12図(a)

```

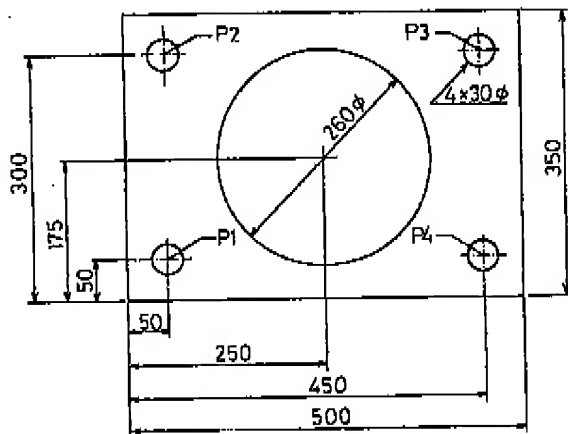
N001 T10
N002 M06
N001 G00 X550000 Y125000 S1000 M03
N004 G45 Z545000 H01
N005 G01 Z110000 F800
N006 Z-110000 F2000
N007 G00 Y-250000
N008 G01 Z110000 F800
N009 Z-110000 F2000
N010 G00 X400000
N011 G01 Z110000 F800
  
```

第12図(b)

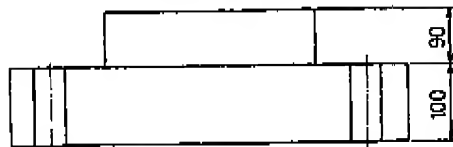
```

N001 T10
N002 M06
N003 G00 X550000 Y125000 S1000 M03
N004 G45 Z545000 H01
N005 G01 Z110000 F800
N006 Z-110000 F2000
N007 G00 Y-250000
N008 G01 Z110000 F800
N009 Z-110000 F2000
N010 G00 Z-85000
N011 G00 X400000
N012 G00 Z95000
N013 G01 Z110000 F800
  
```

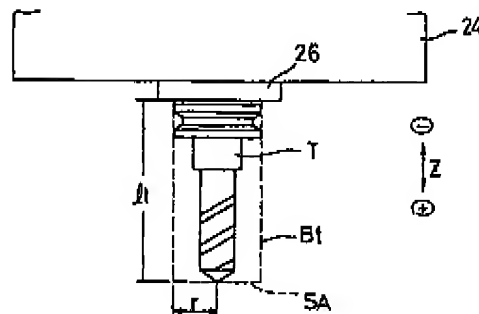
第11図(a)



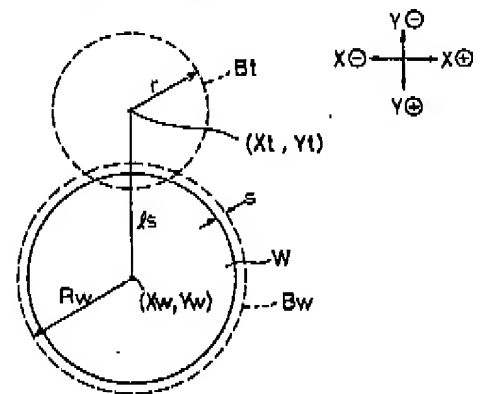
第11図(b)



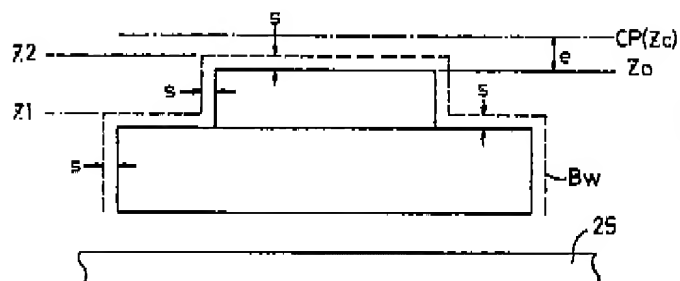
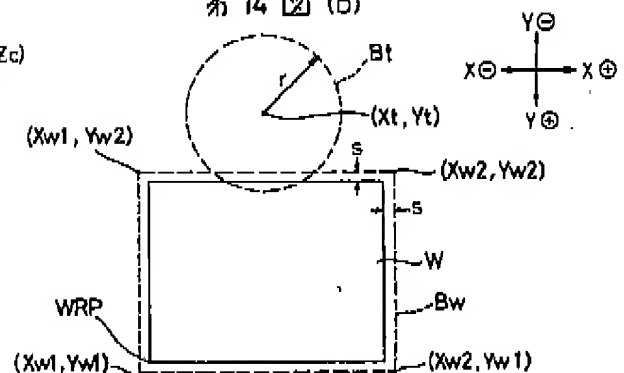
第13図



第14図(a)

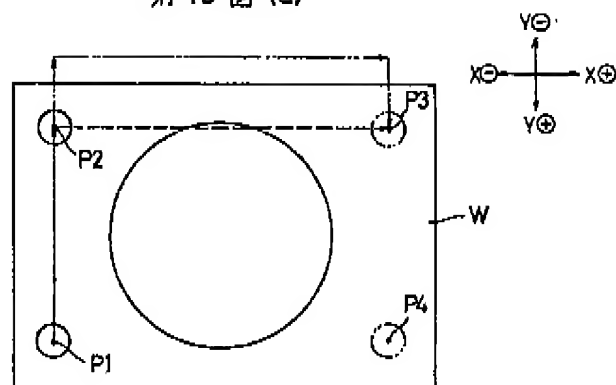


第14図(b)



特開昭58-186548(14)

第15図 (a)



第15図 (b)

